



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA



O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO DOS DEJETOS DA PRODUÇÃO ANIMAL: CONSTRUINDO UMA PROPOSTA.

Caio Bustani Andrade

Florianópolis - SC

Dez/2014

Caio Bustani Andrade

O USO DE GEOTECNOLOGIAS NA GESTÃO DOS DEJETOS DA PRODUÇÃO ANIMAL: CONSTRUINDO UMA PROPOSTA.

Relatório de estágio apresentado ao curso de Graduação em Agronomia, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Paulo César Poliseli.

Florianópolis - SC

Dez/2014

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a todas as brasileiras e brasileiros que acreditam que as universidades públicas fazem alguma coisa por elas.

AGRADECIMENTOS

Como é de praxe, a família vem primeiro mas, uma vez que meus pais merecem muito mais do que meu discurso e meu diploma como prova de meu agradecimento e amor, não vou me estender. Apenas digo-lhes que a segurança e liberdade que me foram concedidas durante esta minha fase acadêmica foram cruciais para a minha construção como cientista e como pessoa, e que estou ciente das responsabilidades advindas.

Aos meus amigos o mérito da paciência! Sim, estes me esperaram na distância e me escutaram na presença. Reconheço aqui que vocês são fontes de minhas ideias e cobaias das minhas teorias e, por isso e outras milhares de coisas mais, lhes sou grato. Alguns nomes (ou codinomes) não podem deixar de ser citados então lá vai: ao Jeff pela fofura, ao Fialho pela confiança, à Nathalie pelo abrigo (em todos os sentidos), à Hizumi por discordar, ao Thiagão pela companhia, ao Marinho pela irmandade, ao Nakazato por toda uma fase, ao Da Cal pelas gargalhadas, ao Victor Bustani pela consaguinidade, ao Lucas Alencar pela curiosidade e ao Pedro Zanetti pela mandinga. Àqueles próximos mas não citados, atentem para os meus olhos e não para o meu texto, eles lhes dirão mais. Agradeço também ao Paulo César Poliseli pela receptividade e confiança frente a minha audácia.

It wouldn't be fair not to say a word about my oversea friends: Emiel Kampen and the Trietsch family, thanks for hanging in there! The Erasmus crew, the "Creevers" (Hello Jacob!), Nout van der Vaart (Valeu man!), Sander Reimink, Kees van Bochove, Marloes, Sara, Monique, Brent, Hanneke, Anika, Veronika, Loes, Silja, Lina, Eva, Isa and many others, thanks for the friendship. Lucrezia, Rossela and Laura, thank you also for the rooms and the opportunities to enjoy Wageningen. Speaking in Wageningen, it's time to thank the ones who looked up after my work and made it possible: Ben Schaap, Jaap Schröder and Theun Vellinga for giving me the chance (and believing in it!), Marinus te Pas for helping me out with my thoughts and John Stuiver for the skills! At last, but not least, I thank Erika van Duijl, Jaap de Vletter, Kees van Vliet and Ria de Jong from Van Hall Larenstein University of Applied Sciences, my gateway to Dutch education system.

TERMO DE APROVAÇÃO

RESUMO

A produção pecuária mundial vem crescendo substancialmente desde 1960 e o Brasil contribui significativamente para este crescimento, sendo o estado de Santa Catarina um dos grandes responsáveis. Diferente dos sistemas tradicionais mistos, a pecuária moderna é especializada na criação animal, operando em modelos industriais de produção. Estes modelos resultam numa grande concentração de dejetos por unidade de área. Estudos sobre os riscos de poluição, emissões de gases de efeito estufa e tecnologias de manejo abundam, ao passo que somente poucos tratam os dejetos como um recurso ao invés de um passivo ambiental. Nenhum aborda a distribuição geográfica dos dejetos no estado. Visando preencher esta lacuna foi construída uma base de dados georreferenciados da produção de dejetos no estado de Santa Catarina. Os resultados apontam o Oeste catarinense como região prioritária para aprofundamento dos estudos e ações públicas e sugerem que o estado pode tornar-se independente de fontes externas de fertilizantes minerais. Os resultados desta investigação têm potencial para subsidiar políticas públicas nas esferas agrícola e ambiental.

Palavras-chave: SIG, geoprocessamento, fertilizante orgânico, insumos, nutrientes, pecuária.

ABSTRACT

Global livestock production has increased substantially since the 1960's and Brazil has been partially responsible for that, especially the state of Santa Catarina. Different from the traditional mixed agriculture systems, modern livestock farms are specialized in animal production, working on an industry based rearing system. These specialized livestock systems result in high concentration of manure per land unit. Studies on the risks of pollution, greenhouse gas emissions and management technologies are abundant, while only few treat waste as a resource rather than an environmental liability. None of them approaches the geographical distribution of manure in the state. In order to fill this gap a georeferenced database of the manure production was built for the state of Santa Catarina. The results highlight the Western region of Santa Catarina as a priority area for further development of studies and public actions and suggest that the state can become independent from external sources of mineral fertilizers. The results of this research have the potential to support agricultural and environmental public policies.

Key-words: GIS, geoprocessing, organic fertilizer, inputs, nutrients, livestock.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. A pecuária e seus dejetos	1
1.2. A gestão dos dejetos	3
1.3. Os dados georreferenciados	3
1.4. O Brasil e Santa Catarina	4
2. OBJETIVOS	6
2.1. Objetivo Geral	6
2.2. Objetivos Específicos	6
3. MATERIAIS E MÉTODOS	7
3.1. Aquisição e Pré-processamento de Dados	7
3.1.1 Censo agropecuário	7
3.1.2 Mapa de Santa Catarina	7
3.1.3 Dados da dejeção e conteúdo nutricional	11
3.2. Cálculos da produção de dejetos	11
3.2.1 Suínos	11
3.2.2 Aves	12
3.2.3 Bovinos	13
3.3. Elaboração de mapas	14
3.4. Disponibilidade de macronutrientes (NPK)	15
4. RESULTADOS	16
4.1. Base de dados	16
4.2. Mapas	17
4.3. Oferta de macronutrientes (NPK)	26
5. RECOMENDAÇÕES	27
6. CONCLUSÕES	29
7. REFERÊNCIAS	30
8. ANEXOS	34

1. INTRODUÇÃO

1.1. A pecuária e seus dejetos

Desde 1960 a produção pecuária mundial vem apresentando um crescimento substancial. A produção de carne bovina praticamente dobrou ao passo que a carne de frango teve sua produção multiplicada por dez, ambos resultados provenientes do aumento do número de animais produzidos bem como da produtividade por animal. A pecuária é uma das atividades de maior crescimento nos países ditos em desenvolvimento, onde a produção de carne triplicou entre 1980 e 2002, saindo de 45 para 134 milhões de toneladas (WORLD BANK, 2009). Este aumento está, provavelmente, associado a uma maior demanda por produtos animais, impulsionada pelo crescimento populacional, pela crescente urbanização e pelo aumento gradativo da renda média per capita (DELGADO, 2005).

A pecuária faz parte dos sistemas agrícolas de todos os países e cumpre um papel significativo no suprimento de alimentos, particularmente de proteínas (carnes, leites, ovos, etc), mas também na produção de outros bens, como o couro, e serviços, a exemplo da tração animal. A produção animal está inseparavelmente associada à produção de dejetos, uma vez que apenas uma fração daquilo que é consumido pelo animal é convertido em manutenção corporal, crescimento e produção. De uma forma abrangente, entre 10-50% do nitrogênio (N) e do fósforo (P) consumidos pelos animais são retidos, implicando que 50-90% são excretados, principalmente na forma de urina e fezes (FAO, 2006).

Em sistemas agrícolas tradicionais o esterco animal é aplicado ao solo visando a melhoria de sua fertilidade ou a sua manutenção pela reposição dos nutrientes exportados pelas culturas. A produção animal integra-se portanto à produção vegetal na medida em que proporciona uma otimização dos recursos, a reciclagem de nutrientes e um maior equilíbrio ambiental, favorecendo ambas as atividades: as plantas pela disponibilidade de nutrientes acumulados e biodisponíveis e os animais pela maior produção de alimentos devido à uma melhor nutrição vegetal. Nestes sistemas tradicionais mistos as perdas podem ser reduzidas pelo constante reaproveitamento dos nutrientes na cadeia produtiva.

Mais recentemente, orientadas por diretrizes preferencialmente econômicas, as fazendas dedicadas a pecuária tornaram-se mais especializadas, intensivas e maiores, devido às vantagens competitivas em relação às propriedades mais diversas e extensivas (MENZI *et al.* 2009).

As práticas de confinamento (CAFOs, do inglês *Concentrated Animal Feeding Operations*) são exemplos que retratam sistemas especializados e intensivos. Nestes, os animais são mantidos em alta densidade, em ambientes de aspecto industrial e, não raramente, sua alimentação é produzida fora da propriedade. Esta produção animal, em escala industrial, levou a grandes mudanças na forma como se desenvolvem as cadeias produtivas e de distribuição de alimentos, com consequências para o hábito alimentar das pessoas, uma vez que tornou aquilo que era “uma refeição casual – a carne – em algo cotidiano, diário e acessível, para muitos” (SCHWARZER *et al.* 2012), alterando assim a demanda. Esta maior acessibilidade ao consumo diário de carne traz consigo contrapartidas: os crescentes efeitos danosos ao meio ambiente, como a emissão nutrientes em cargas poluentes, o uso excessivo de água, a ineficiência no uso da energia e emissão de gases de efeito estufa (GEEs), entre outros. Nesse aspecto, destacam-se os trabalhos da FAO (2006) e de McMichael *et al.* (2007), ao reportarem que a emissão de GEEs pela pecuária corresponde a cerca de 80% daquilo que é emitido pela agricultura, bem como “quase dois terços de toda emissão antropogênica de amônia, que contribui significativamente para a ocorrência de chuvas ácidas e para a acidificação de ecossistemas” (FAO, 2006).

Gases de efeito estufa são somente uma parte do problema. Um outro problema relacionado aos dejetos da produção animal, de grande importância porém menos anunciado, concerne a distribuição dos nutrientes no solo (e no território). Enquanto algumas regiões do planeta são adversamente impactadas pelo excesso de nutrientes, muitas outras estão enfrentando declínios na fertilidade dos solos e depleção de suas reservas devido à constante exportação pelas culturas sem reposição (VITOUSEK *et al.* 2009). Ao comparar a entrada de nutrientes, na forma orgânica ou inorgânica (mineral), com a produção vegetal estimada, Potter *et al.* (2010) inferem que as quantidades atualmente disponíveis podem já ter ultrapassado as demandas. Ainda assim excedentes e deficits são identificados em diversos lugares do globo (MACDONALD *et al.* 2011), sugerindo

que a distribuição espacial destes nutrientes é um aspecto chave para a gestão dos recursos. Está claro, portanto, que não somente mais informações sobre a produção e distribuição dos dejetos animais são requeridas, mas principalmente que estas sejam espacialmente referenciadas, a fim de viabilizar o aperfeiçoamento da gestão destes resíduos e estimar seus potenciais benefícios em escala local e global.

1.2. A gestão dos dejetos

Uma grande variedade de estudos desvendam os mecanismos e processos envolvidos na gestão dos dejetos da produção animal (CHADWICK *et al.* 2011; LAL *et al.* 2011; ROTZ, 2004), os quais indicam possíveis efeitos benéficos de mudanças nas práticas, tais como a redução de odores e emissões de amônia e GEEs por intervenção na dieta animal (LE *et al.* 2004) ou no desenho das instalações (GROENESTEIN *et al.* 2007), assim como o aumento de eficiência no uso do nitrogênio (N) por meio de uma quantificação mais apurada dos conteúdos nutricionais (SCHRÖDER, 2005; WEBB *et al.* 2011), armazenamento e práticas de aplicação ao solo adequadas (ROTZ, 2004). Estes conhecimentos têm sido empregados no desenvolvimento de sistemas computacionais de apoio à tomada de decisão sobre a gestão dos dejetos. No entanto a maioria dos sistemas disponíveis “focam-se principalmente na gestão dos nutrientes *in situ* e pouquíssimos têm considerado as opções de manejo de dejetos na perspectiva da produção agrícola integrada” (KARMAKAR *et al.* 2007). Embora de grande utilidade e ajuda, estas ferramentas são ainda projetadas para dar suporte às decisões pontuais, na escala da propriedade e, desta forma, avaliações em escalas regionais (ou maiores) não podem ser facilmente executadas, quando não impossíveis.

1.3. Os dados georreferenciados

Em estudos recentes, pesquisadores tentaram identificar, estimar e especificar as emissões de GEE's e o uso de dejetos animais nas escalas regional e global (e.g. LESSCHEN *et al.* 2011; MACDONALD *et al.* 2011; GERBER *et al.* 2005; GERBER *et al.* 2010) mas diversas suposições tiveram de ser feitas para contornar a falta de informações mais detalhadas. Em seus

achados, MacDonald *et al.* (2011) mostram que, embora a aplicação de fósforo (P) exceda a quantidade calculada de exportação por culturas, aproximadamente 30% das áreas cultivadas do mundo são consideradas deficientes neste nutriente. A América do Sul é um exemplo emblemático desta discrepância, apresentando tanto as maiores frações de terras deficientes em fósforo quanto as maiores porções de terra com excessos.

A redistribuição espacial destes nutrientes é desejável a fim de reduzir os desequilíbrios, mas para tal é importante que se tenham informações espacialmente explícitas. O aperfeiçoamento dos dados sobre dejetos animais é crucial e urge a necessidade de combinar dados existentes, extrapolá-los e produzir novas informações georreferenciadas. Lamentavelmente, muitos dos dados sobre manejo de dejetos advém de estudos de caso, outros estão parcialmente disponíveis em escala mais generalizada, continental ou nacional, havendo uma lacuna de informação entre estes dois níveis. É aconselhável, portanto, preencher essas lacunas para possibilitar a elaboração de mapas que auxiliem no entendimento da cadeia dos dejetos animais, contribuindo para sua gestão eficiente.

1.4. O Brasil e Santa Catarina

O setor pecuário brasileiro é proeminente na América do Sul, bem como no cenário mundial. Em 2010 o país foi o segundo maior produtor, o maior exportador e o segundo maior consumidor de carne bovina do mundo (ABIEC, 2010). Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2014), somente no segundo trimestre de 2014, aproximadamente 2.000 mil toneladas de carne bovina, 797 mil toneladas de carne suína, 3.180 mil toneladas de carne de aves, 5.785 milhões de litros de leite, 9.125 mil peças de couro e 695 milhões de dúzias de ovos foram produzidos e comercializados, revelando a importância da pecuária para o abastecimento e economia do país.

O estado de Santa Catarina também se destaca no cenário nacional da pecuária, sendo que no mesmo trimestre foram produzidas e comercializadas cerca de 22.219 ton de carne bovina, representando um crescimento de 6,0% em relação ao mesmo período do ano anterior. A produção e comercialização de carne suína foi de 200.875 ton, aumento de 2,5% em relação ao período de 2013,

fazendo do estado o recordista do país. A carne de aves atingiu a monta de 522.031 ton, quantidade 3,0% menor do que aquela registrada no mesmo período de 2013, mas ainda assim Santa Catarina ocupa o 3º lugar no ranking brasileiro, atrás somente do Paraná e do Rio Grande do Sul. A produção de leite cru foi registrada em 502.118 mil litros, um aumento significativo de 10, 2% em relação ao ano anterior, colocando o estado como 5º maior produtor nacional. O couro sofreu uma queda severa de quase 35%, sendo registrada a produção de 91.676 peças. Por fim, a produção de ovos, para a qual também registrou-se uma queda de 6,0%, ficou próxima às 31.121 mil dúzias, colocando Santa Catarina na 9ª posição (IBGE, 2014).

Esta impressionante produção animal é naturalmente acompanhada por uma produção de dejetos igualmente surpreendente, todavia não é dada a este último a devida importância econômica (nem ecossistêmica). A disponibilidade de dados específicos para as condições brasileiras sobre a produção de dejetos, conteúdo nutricional, formas de manejo e distribuição no território é limitada. A maioria dos estudos focam-se em opções tecnológicas para o manejo e tratamento dos dejetos (POHLMANN, 2000), análises de risco (PÉRICO *et al.* 2005; VIEIRA, 2006), monitoramento da poluição (ASSIS *et al.* 2007) e estimativas de emissões da atividade pecuária (OLIVEIRA, 2011; BUSTAMANTE *et al.* 2012), ao invés da distribuição territorial dos dejetos e dos fluxos de nutrientes. Assim, a ausência de dados sistematizados e georreferenciados sobre estes dejetos torna-se evidente, abrindo um importante campo de investigação.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Contribuir para os estudos dos dejetos animais no estado de Santa Catarina, demonstrando o potencial do uso das geotecnologias para sua gestão.

2.2. Objetivos Específicos

- I. Levantar dados da pecuária catarinense, da excreção animal e dos conteúdos nutricionais dos dejetos e sistematizá-los em uma base de dados georreferenciada.
- II. Elaborar mapas temáticos para exibição dos resultados.
- III. Identificar áreas prioritárias para aprofundamento dos estudos.
- IV. Comparar a disponibilidade de macronutrientes (NPK) na forma de dejetos com aquela adquirida pelo estado na forma mineral.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Aquisição e Pré-processamento de Dados

3.1.1 Censo agropecuário

O Censo Agropecuário do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) do ano de 2006 foi a base de dados primários utilizados na pesquisa. Esta escolha considerou a natureza pública da instituição, o acesso gratuito a muitas de suas informações e seu vasto acervo de dados sistematizados, permitindo análises de multivariáveis. Ademais o censo agropecuário, realizado a cada 10 anos, traz um levantamento minucioso do cenário agrícola brasileiro, permitindo uma modelagem computacional acurada.

As planilhas do Censo Agropecuário 2006 foram adquiridos gratuitamente por meio do endereço de FTP (*File Transfer Protocol*) do IBGE. Os documentos trazem uma compilação de informações relativas às atividades agrícolas brasileiras, incluindo assim dados da pecuária, do uso das terras, das práticas agrícolas, entre outros, descritos a nível municipal, estadual, regional e nacional. Apenas algumas planilhas e variáveis foram utilizadas para os cálculos da produção de dejetos (Tabela 1). A importação das planilhas para o ambiente georreferenciado exigiu a criação de cabeçalhos únicos, evitando assim possíveis erros de processamento. Para tanto uma série de abreviações foi criada e sua legenda está descrita no anexo deste documento. O software 'Microsoft Excel 2010' foi utilizado para os ajustes e verificações necessárias.

3.1.2 Mapa de Santa Catarina

O elemento espacial ao qual foram associados os dados do censo agropecuário foi a Malha Municipal Digital do Brasil (MMDB) (Figura 1), adquirida do IBGE e que retrata a situação vigente da divisão Político-Administrativa do país através da representação vetorial das linhas definidoras das divisas estaduais e municipais, referente ao ano base 2007, estando estruturada para utilização em Sistemas de Informação Geográfica (SIG). A partir dos limites municipais e dos atributos existentes pode-se estabelecer as agregações para a composição de

Microrregiões, Mesorregiões, Unidades da Federação e Grandes Regiões, possibilitando análises espaciais para diferentes tipos de unidades territoriais.

A partir da MMDB foram selecionados somente os municípios que compunham o estado de Santa Catarina, num total de 293 para o ano de referência. As representações vetoriais dos municípios (i.e. as linhas e polígonos) foram então projetadas no datum World Geodetic System de 1984 (WGS 1984) e sistema de projeção Universal Transversa de Mercator (UTM) referente à zona (ou fuso) 22S, que engloba todo o estado de Santa Catarina. O programa utilizado foi o ArcGIS, versão 10.1, da ESRI®, em especial o aplicativo ArcMap.

Com apenas um ano de diferença entre os ano base do Censo Agropecuário (2006) e aquele da MMDB (2007), a compatibilidade entre ambos foi facilitada, não havendo necessidade de edição para o número de municípios declarados (i.e. 293). Para a associação dos dados de interesse de cada município com seu polígono correspondente, foi estabelecida uma relação entre os nomes. A compatibilidade foi garantida pela correção manual de nomes com grafias diferentes nos dois bancos de dados, pelo uso de acentos, hífen ou apóstrofes.

Figura 1. Diagrama conceitual para elaboração de uma base de dados georreferenciados da produção de dejetos animais em Santa Catarina e confecção de mapas para visualização dos resultados.

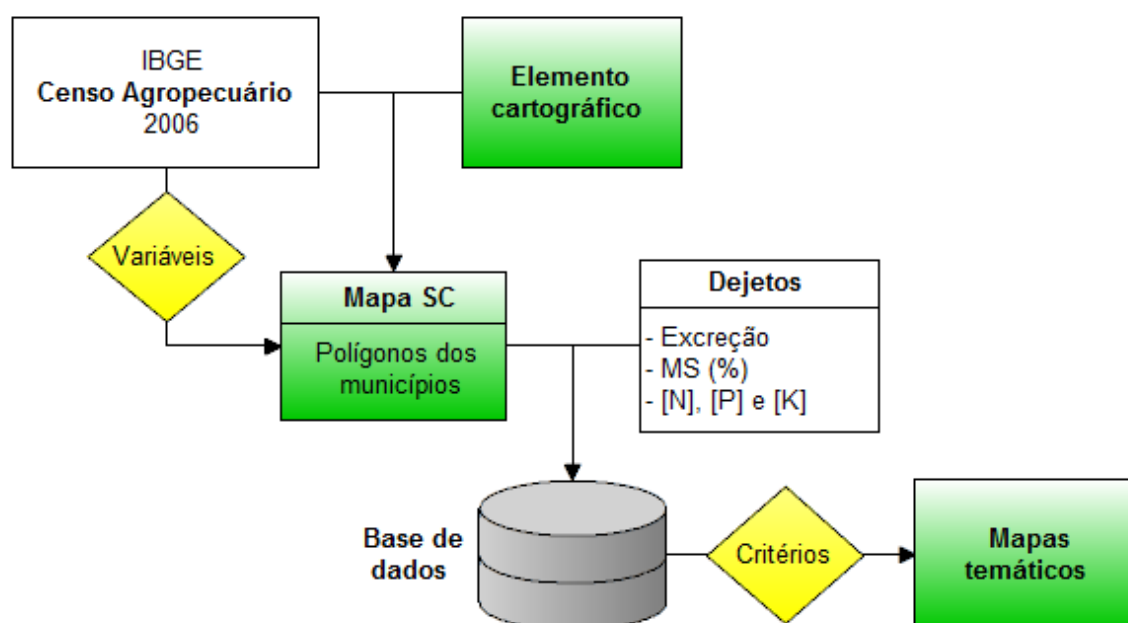


Tabela 1. Planilhas e variáveis selecionadas do Censo Agropecuário (IBGE, 2006) para construção de base de dados georreferenciados da produção de dejetos animais em Santa Catarina. Dados referentes ao dia 31.12.2006, segundo a Unidade da Federação, a Mesorregião, a Microrregião e o Município (continua).

Tabela	Conteúdo	Variáveis
4.2.13	Utilização das terras nos estabelecimentos	<ul style="list-style-type: none"> • Área destinada às lavouras anuais
4.5.2	Efetivo da pecuária	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimentos com bovinos • n° de cabeças bovinas • Estabelecimentos com suínos • n° de suínos • Estabelecimentos com aves • n° de aves ⁽¹⁾
4.5.7	Composição do efetivo de bovinos nos estabelecimentos com mais de 50 cabeças	<ul style="list-style-type: none"> • Total de cabeças bovinas • n° de bezerr@s ⁽²⁾ • n° de novilh@s ⁽³⁾ • n° Vacas (inclusive novilhas prenhes)⁽⁴⁾ • n° Touros (reprodutores)⁽⁴⁾ • n° Bois e garrotes para corte⁽⁴⁾ • n° Bois e garrotes para trabalho⁽⁴⁾
4.5.10	Estabelecimentos com mais de 50 cabeças de bovinos, por animais confinados e utilização de pastos comuns ou alugados fora do estabelecimento e uso de suplementação alimentar e animais rastreados	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimentos com bovinos confinados • n° de animais confinados

Tabela 1. Continuação.

4.5.17	Efetivo de suínos, composição do efetivo e total de porcas inseminadas no ano	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimentos com suínos para engorda • n° de animais para engorda • Estabelecimentos com suínos para reprodução • n° de animais para reprodução • Estabelecimentos com matrizes • n° de matrizes • Estabelecimentos como varrões • n° de varrões
4.5.27	Composição das aves nos estabelecimentos com mais de 2.000 cabeças	<ul style="list-style-type: none"> • Estabelecimentos com mais de 2.000 aves • n° de aves ⁽¹⁾⁽⁵⁾ • Estabelecimentos com aves para engorda • n° de aves para engorda ⁽¹⁾⁽⁵⁾ • Estabelecimentos com galos • n° de galos ⁽⁵⁾ • Estabelecimentos com galinhas poedeiras • n° de galinhas poedeiras ⁽⁵⁾

Fonte: Censo Agropecuário (IBGE, 2006).

⁽¹⁾ inclusive galinhas, galos, frangas, frangos e pintos.

⁽²⁾ total de bezeros e bezerras com menos de 1 ano de idade.

⁽³⁾ total de novilhos e novilhas entre 1 e 2 anos de idade.

⁽⁴⁾ animais com mais de 2 anos.

⁽⁵⁾ em estabelecimentos com mais de 2.000 animais.

3.1.3 Dados da dejeção e conteúdo nutricional

A quantidade de excremento animal por espécie e por categoria, bem como as concentrações dos macronutrientes (Nitrogênio, Fósforo e Potássio – N, P e K) dos dejetos foram o objeto de pesquisa desta etapa. Para o presente trabalho os parâmetros utilizados foram aqueles descritos por ASAE (2005), onde estão estimadas a excreção diária (fezes + urina) em kg por animal, o teor de umidade dos dejetos, a concentração de N, P e K nas excretas, entre outros (Tabela 2).

Tabela 2. Excreção animal (fezes + urina), teor de umidade e conteúdo nutricional dos dejetos, por animal e por categoria de produção. Conteúdo de potássio (K) da categoria ‘Novilha para leite’ estimado a partir da relação entre as classes ‘Novilho para corte’ e ‘Boi para corte’, aplicada à classe ‘Vaca leiteira (Seca)’.

Animais e categorias	Dejetos (Fezes + Urina)				
	Quantidade	Umidade	N	P	K
	(kg/dia/animal)	(%)	(kg/dia/animal)		
Bovinos					
Novilho para corte	22,0	88,0	0,130	0,0250	0,0850
Boi para corte	29,4	92,0	0,163	0,0215	0,1120
Novilha para leite	22,0	83,0	0,120	0,0200	0,0800
Vaca leiteira (Seca)	38,0	87,0	0,230	0,0300	0,1480
Vaca leiteira (Lactante)	68,0	87,0	0,450	0,0780	0,1030
Suínos					
Porco para engorda	4,6	90,0	0,039	0,0063	0,0170
Varrão	3,8	90,0	0,028	0,0097	0,0176
Porca (Gestante)	5,0	90,0	0,032	0,0090	0,0220
Porca (Lactante)	12,0	90,0	0,085	0,0250	0,0530
Aves					
Frango de corte	0,1021	74,0	0,0011	0,00033	0,00065
Galinha poedeira	0,0880	75,0	0,0016	0,00048	0,00058

Fonte: Adaptado de ASAE (2005).

3.2. Cálculos da produção de dejetos

3.2.1 Suínos

Para o cálculo da produção de dejetos suínos foram aplicadas as taxas de excreção e conversão para cada classe descrita (Tabela 2). Para os porcos em engorda e aqueles destinados à reprodução (varrões) os índices de conversão foram aplicados sobre o número total de animais em cada classe. Já para as fêmeas reprodutoras houve necessidade de subdividir o rebanho em porcas

gestantes, porcas lactantes e porcas fora de atividade reprodutiva. Para divisão do rebanho de fêmeas foram empregados os índices zootécnicos de 2,37 partos por matriz por ano, um período de gestação de 114 dias e 28 dias de lactação (Embrapa, 2012), presumindo assim que, em determinado momento do ano, cerca de 74,0% das reprodutoras estariam gestando, 18,2% estariam lactando e 7,8% não estariam em atividade reprodutiva. Ademais, nos municípios aonde havia o número total de animais para a reprodução mas não havia especificação do rebanho foi aplicado sobre o total um fator de divisão de 1:20, considerando o uso de 1 macho para 20 fêmeas para a cobertura por monta natural. Estabelecido o número de machos, o número de fêmeas foi obtido por subtração do total de animais para reprodução. Para os animais restantes (i.e. as fêmeas) foram aplicados os mesmos índices zootécnicos e critérios de divisão do rebanho de fêmeas supracitados.

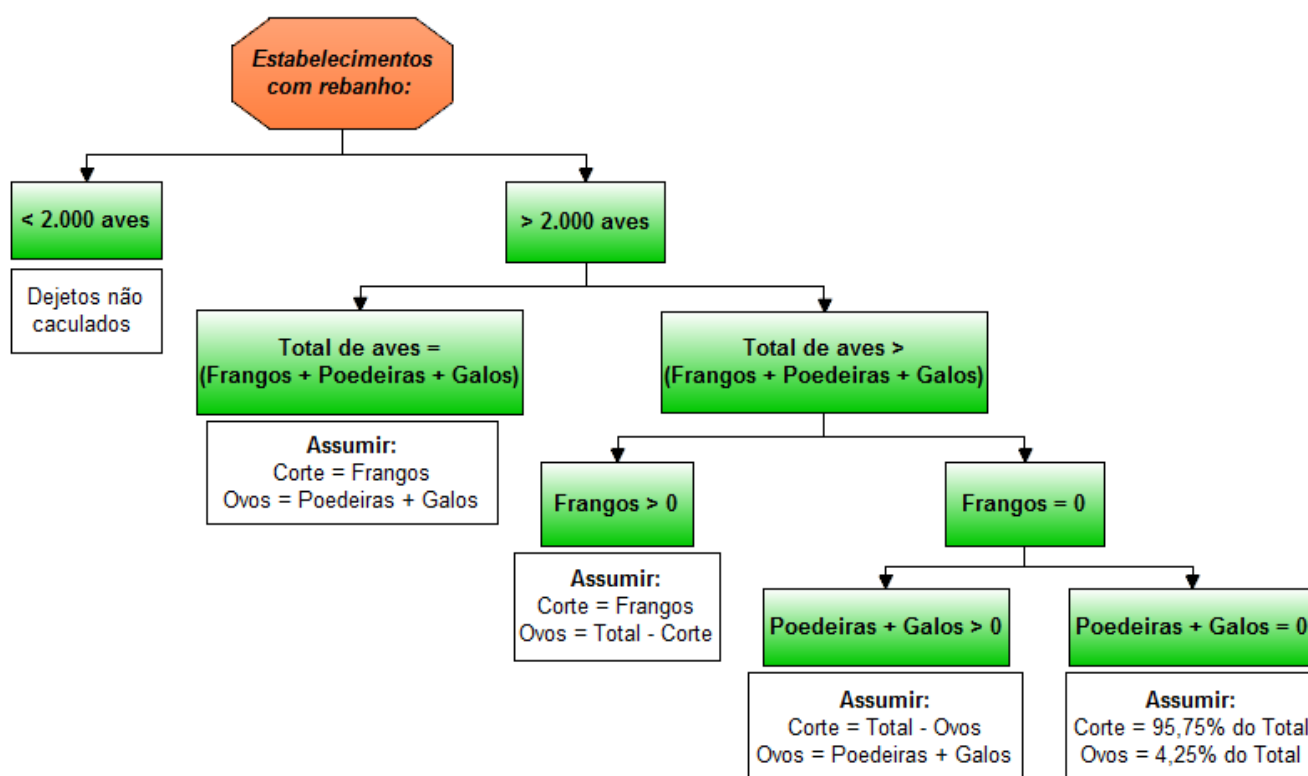
3.2.2 Aves

O cálculo dos dejetos de aves considerou somente os municípios dispendo de estabelecimentos com mais de 2.000 cabeças, havendo maior detalhamento da divisão dos animais, em galos, frangos de corte e galinhas poedeiras. Considerou-se também que esta monta indica uma produção animal em sistemas industriais e, portanto, a fração coletável de dejetos é de 100%. Os valores da excreção descritos (Tabela 2) correspondem somente às categorias frangos de corte (ou 'Corte') e galinhas poedeiras (ou 'Ovos') e assim, para efeito de cálculos, a excreção dos galos foi considerada semelhante à das galinhas poedeiras, sendo aplicado os mesmos valores. Esta decisão teve por objetivo evitar superestimativas da produção de dejetos, uma vez que a dejeção das aves poedeiras tende a ser menor que a dos frangos de corte.

Devido à inconsistência de alguns dados, diferentes critérios foram empregados na divisão do rebanho (Figura 2). Para os municípios onde havia registro do total de animais em estabelecimentos com mais de 2.000 aves mas não havia nenhuma descrição da divisão do rebanho, fora empregado então a distribuição média do estado de Santa Catarina, obtido a partir dos estudos estatísticos aplicados aos dados primários, relativos aos municípios onde o detalhamento do rebanho representava uma parcela significativa do total de

animais registrados. Quando a soma dos animais de cada categoria representou mais de 99,0% do valor total (em 68,8% dos casos), os animais de corte representaram 98,84% destes. Quando a soma representou mais de 95,0% do total (em 83,3% dos casos) a representatividade da categoria corte foi de 93,24%. A partir destes valores foi calculada uma média ponderada, chegando a um resultado de 95,75% do rebanho criado em sistemas intensivos sendo destinado ao corte e 4,25% à produção de ovos.

Figura 2. Critérios de divisão do rebanho para aplicação dos parâmetros de cálculo da produção de dejetos de aves nos municípios de Santa Catarina.



3.2.3 Bovinos

A produção de dejetos bovinos foi calculada tão somente sobre os valores declarados de animais confinados. Isto deveu-se ao fato de que, em grande parte dos casos, o sistema de produção prevê o uso de pastagens e, sendo assim, a fração coletável de dejetos é mínima (virtualmente zero). Apenas em sistemas confinados toda a produção de dejetos pode ser coletada e empregada como insumo.

No censo agropecuário a descrição do rebanho é detalhada somente para os animais contabilizados em fazendas com mais de 50 cabeças. As proporções que cada classe (e.g. novilhas, bois de corte, vacas leiteiras, etc) representava deste total de animais foram calculadas e a divisão do rebanho de animais em confinamento foi feita aplicando-se estas proporções sobre o total de animais confinados. Para os cálculos dos dejetos alguns dados foram agrupados (Tabela 3), a exemplo das bezerras de até um e das novilhas de até dois anos, que foram agrupadas como novilhas para leite, ou dos bois para corte, touros reprodutores e animais para tração, computados como bois para corte. A classe de vacas para leite foi dividida em subclasses lactantes e secas. O período de lactação foi considerado de 300 dias e o período seco de 65 dias, sugerindo que em determinado momento do ano 82,2% das vacas estariam lactando ao passo que as restantes, 17,8%, estariam secas. A partir da nova divisão de classes foram aplicados os índices de excreção e conteúdo nutricional (Tabela 2) para cálculo da produção de dejetos.

Tabela 3. Agregação das classes animais e nova classificação utilizada para aplicação das taxas de excreção e conteúdos nutricionais dos dejetos (Tabela 2).

Classes agregadas ⁽¹⁾	Nova classe ⁽²⁾
Bezerros com menos de 1 ano Novilhos entre 1 e 2 anos	Novilho para corte
Touros reprodutores Bois para trabalho Bois para corte	Boi para corte
Bezerras com menos de 1 ano Novilhas entre 1 e 2 anos	Novilha para leite
Vacas * 0,8220	Vaca leiteira (Lactante)
Vacas * 0,1780	Vaca leiteira (Seca)

⁽¹⁾ Como descritas por IBGE, 2006.

⁽²⁾ Como descrita por ASAE, 2005.

3.3. Elaboração de mapas

A partir do banco de dados gerado foram escolhidos temas para a elaboração de mapas, procurando transmitir visulamente a informação adquirida e exemplificar alguns dos possíveis empregos dos dados georreferenciados. O produto desejado foi um breve portfólio com sete mapas, cada um enfatizando um aspecto de interesse. Foi fixado que a unidade de área de referência deveria

corresponder àquela que, durante o censo agropecuário, estava sendo empregada para culturas temporárias, incluindo horticultura e áreas em repouso (descanso ou pousio). Houve uma certa arbitrariedade nesta escolha, mas considerou-se a intensidade com que estas áreas são trabalhadas e a constante exportação de nutrientes pelas culturas anuais como fatores importantes na decisão. Deste modo os resultados são dados em quilogramas de produto - dejetos suínos, de aves, bovinos, totais, ou nutrientes na forma elementar (N, P e K) - por hectare destinado às culturas temporárias, por ano.

3.4. Disponibilidade de macronutrientes (NPK)

A partir das quantidades de Nitrogênio, Fósforo e Potássio calculadas na modelagem computacional, decidiu-se avaliar a relevância dos valores obtidos confrontando-os com informações similares. O parâmetro escolhido para a comparação foram as quantidades de N, P e K entregues ao consumidor final (toneladas de produto) em Santa Catarina, no ano de 2007.

Para comparação, as quantidades de N, P e K disponíveis na forma de dejetos animais por município foram agregadas, gerando quantidades disponíveis no estado de Santa Catarina. Sobre o valor total entregue ao consumidor final foi aplicada a formulação média (em %) para o sul do Brasil, do mesmo ano (NPK 12-15-16). Os valores obtidos para cada nutriente foram então comparados àqueles disponíveis na forma de dejetos animais e apresentados em percentuais, considerando o material de origem mineral como referência.

Todos os dados referentes aos fertilizantes minerais são da Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDAs), que os disponibiliza em seus anuários. A publicação completa no entanto é paga, sendo que os dados aqui empregados foram obtidos indiretamente por buscas em sítios *on-line*, como o do International Plant Nutrition Institute (IPNI), que os utiliza em suas publicações.

4. RESULTADOS

Os resultados deste trabalho compreendem uma base de dados georreferenciada (.gdb) contendo duas seções, uma série de mapas para contemplação visual dos resultados e o presente relatório, que descreve as etapas de desenvolvimento do trabalho, permitindo a sua avaliação técnica.

4.1. Base de dados

A primeira seção da base de dados, denominada “Projeto”, abriga seis conjuntos de dados (“*datasets*”) no formato de polígonos que trazem consigo informações de interesse à gestão dos dejetos animais (e.g. dados da divisão geopolítica do país, da suinocultura, da produção de dejetos e disponibilidade de nutrientes, etc). A segunda seção, denominada “Componentes”, abriga uma série de tabelas adaptadas do IBGE ou construídas durante a modelagem e já formatadas para uso em SIG. Parte das tabelas foram utilizadas na presente modelagem (Tabela 1) ao passo que outras foram transformadas por apresentarem utilidade potencial mas ainda não foram empregadas (Tabela 4).

Tabela 4. Conteúdo e código das tabelas importadas para o SIG e com potencial para uso nos estudos da gestão de dejetos da produção animal em Santa Catarina.

Tabela	Conteúdo
4.2.1	Energia elétrica utilizada, por tipo de fonte
4.2.4	Produção animal integrada à indústria
4.2.7	Uso de adubação, por produtos utilizados
4.2.8	Uso de adubação, por local de uso
4.2.13	Utilização das terras nos estabelecimentos
4.2.16	Recursos hídricos existentes, por tipo de recurso
4.2.24	Área total, por classes da atividade econômica
4.5.1	Manejo agropecuário (tratamento dado ao esterco animal)

Fonte: IBGE, 2006.

4.2. Mapas

Para os mapas produzidos foram escolhidos sete temas (Tabela 5) e todos tiveram suas legendas ajustadas de modo a favorecer a visualização e, portanto, os valores limiares de cada classe variaram de mapa para mapa (Figuras 3 à 9).

Tabela 5. Mapas gerados a partir da base de dados georreferenciados da produção de dejetos animais (suínos, aves e bovinos) no estado de Santa Catarina, no ano de 2006.

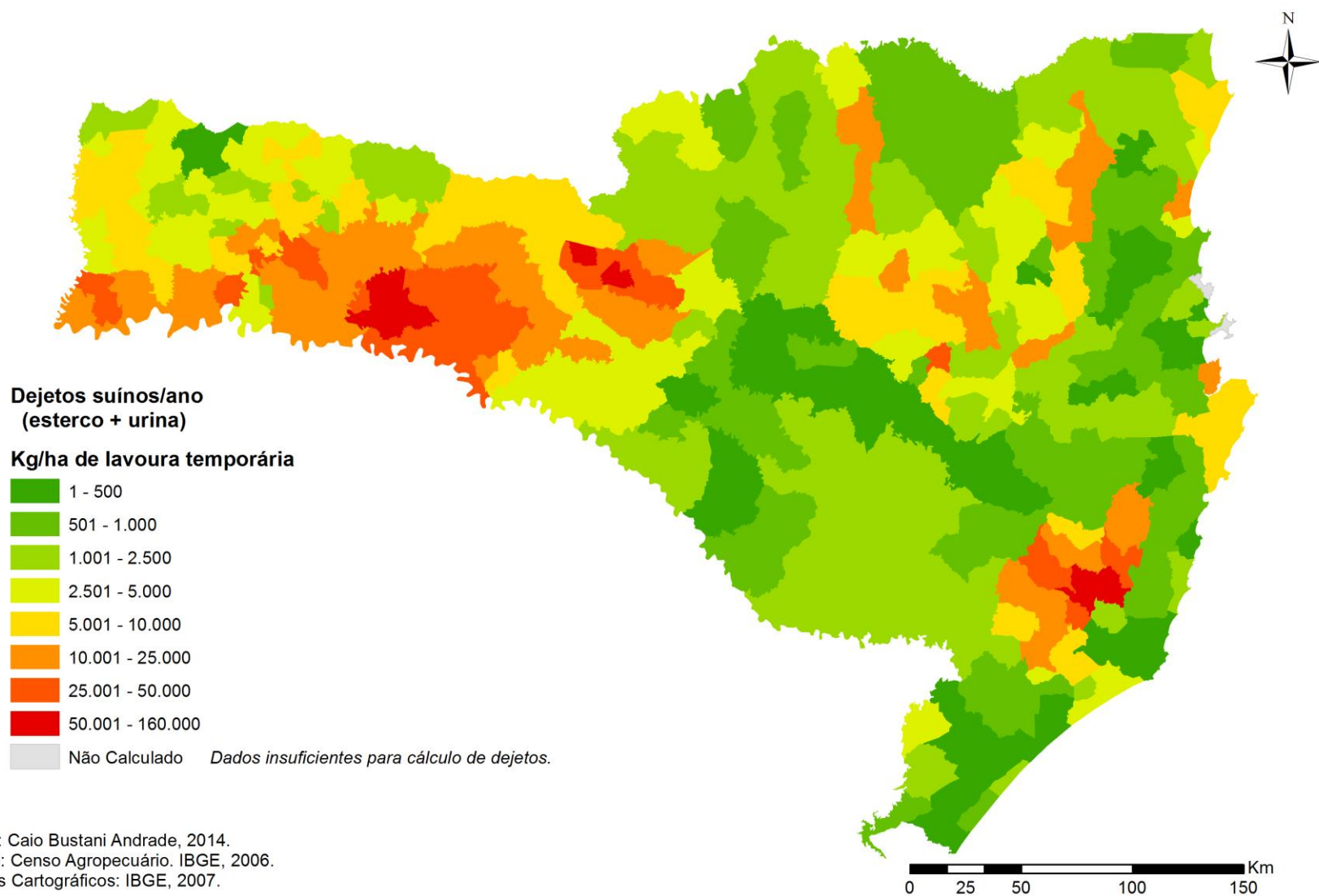
Tema	Unidades
Dejetos suínos	Kg de dejetos frescos de suínos por hectare de lavoura temporária
Dejetos de aves	Kg de dejetos frescos de aves por hectare de lavoura temporária
Dejetos bovinos	Kg de dejetos frescos de bovinos por hectare de lavoura temporária
Dejetos totais	Kg de dejetos frescos de animais* por hectare de lavoura temporária
Nitrogênio	Kg de Nitrogênio na forma elementar por hectare de lavoura temporária
Fósforo	Kg de Fósforo na forma elementar por hectare de lavoura temporária
Potássio	Kg de Potássio na forma elementar por hectare de lavoura temporária

* suínos, aves e bovinos.

O mapa da produção de dejetos suínos (Figura 3) revela que as regiões Oeste e Sul catarinenses são prioritárias no aprofundamento das pesquisas devido à carga estimada de resíduos orgânicos de origem animal. Em destaque na região Oeste estão as microrregiões de Concórdia (municípios de Arabutã, Xavantina e Seara) e Joaçaba (Iomerê e Salto Veloso), sendo Iomerê o município de maior notoriedade, dispondo anualmente de aproximadamente 158 ton de esterco fresco de suínos (urina + fezes) por hectare de lavoura temporária. Na região Sul a microrregião de Tubarão abriga os municípios mais preocupantes: Armazém e Braço do Norte, sendo que este último apresenta valores próximos de 150 ton/ha. O restante do estado apresenta valores médios inferiores à 2.5 ton/ha.

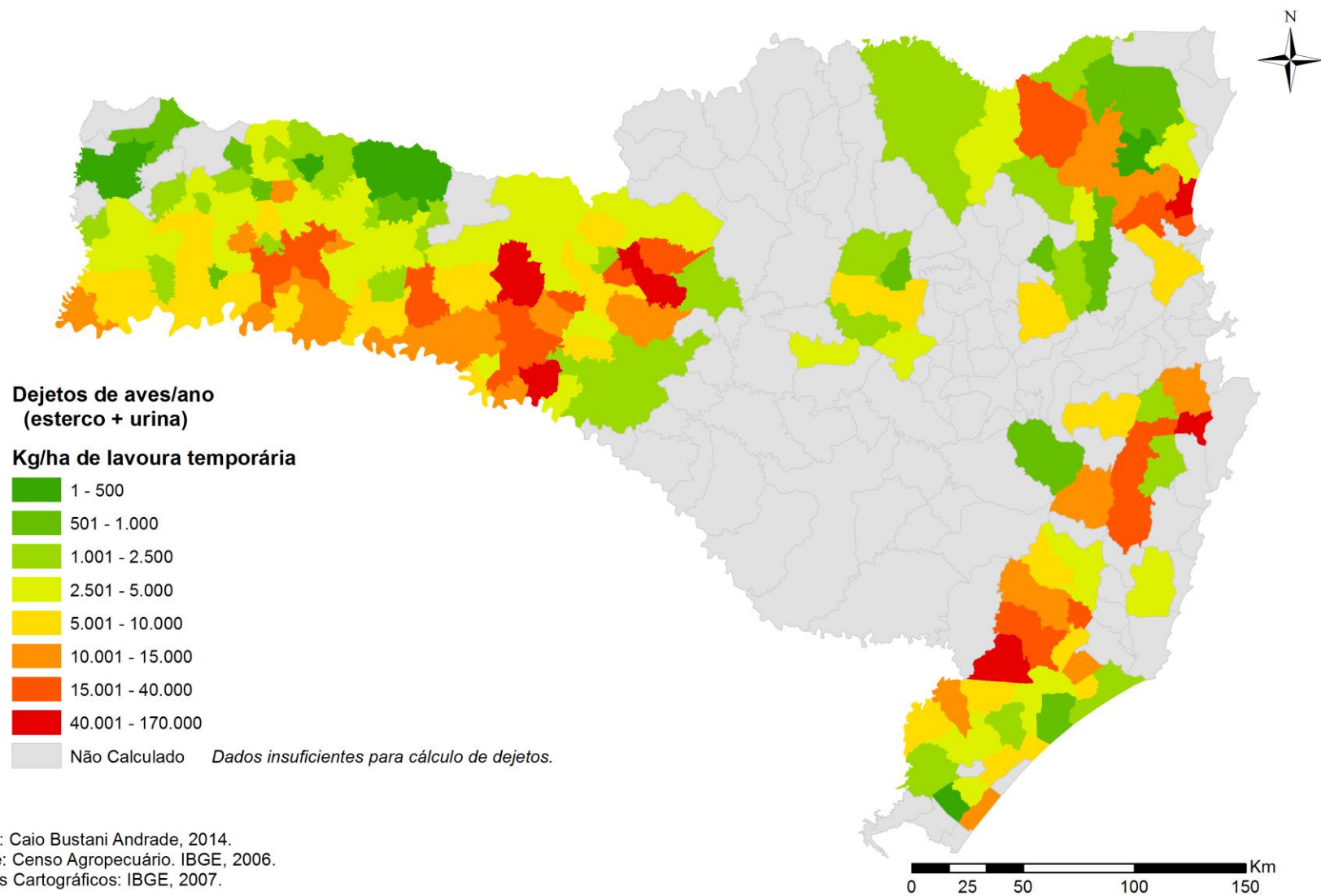
A produção de dejetos de aves (Figura 4) em Santa Catarina é também expressiva. Na microrregião de Joaçaba (Oeste-Catarinense) o município de Capinzal produz alarmantes 167 ton de dejetos frescos de aves (urina + fezes) por hectare de lavoura temporária, por ano, ao passo que outros municípios, tais como Vargem Bonita, Catanduvás e Videira apresentam valores entre 40 e 63 ton/ha. Na região Sul o destaque vai para a microrregião de Criciúma, onde Treviso e Siderópolis produzem entre 62 e 72 ton/ha a cada ano. Barra Velha,

Figura 3. Mapa da produção estimada de dejetos frescos de suínos (urina + fezes) no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.
 Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.
 Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

Figura 4. Mapa da produção estimada de dejetos frescos de aves (urina + fezes) no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.
 Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.
 Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

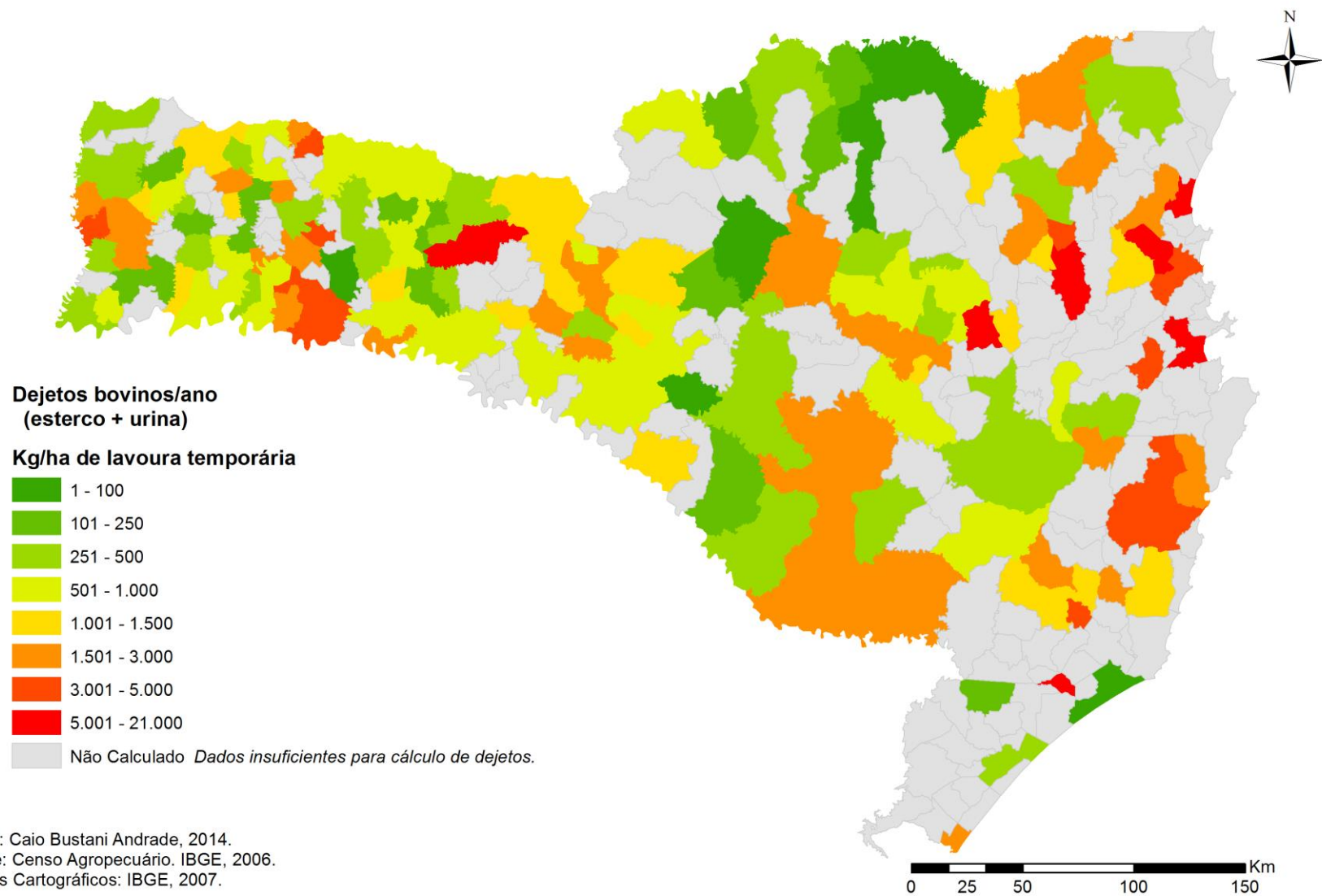
município no Vale do Itajaí, dispõe de pouco mais de 43 ton/ha e, na região da Grande Florianópolis, São José apresenta valores críticos de quase 106 ton/ha. Há neste mapa uma clara indicação da ausência de dados, sendo que para 113 dos 293 municípios catarinenses não haviam informações suficientes para realizar o cálculo da produção de dejetos.

A distribuição dos dejetos bovinos (Figura 5) sugere atenção para a região Oeste, especialmente na microrregião de Xanxerê, onde as médias estão entre 2,5 e 6,0 ton de dejetos frescos bovinos por hectare de lavoura temporária. Na região do Vale do Itajaí, os valores foram um pouco mais altos, entre 4,5 e 9,0 ton/ha e em destaque ficou o município de Ilhota com quase 20 ton/ha. A região da Grande Florianópolis também foi expressiva, com médias entre 3,5 e 5,0 ton/ha e destaque para o município de Tijucas, com pouco mais de 20 ton/ha disponíveis anualmente. Novamente a ausência de dados foi notória, sendo que 136 dos 293 municípios não puderam ter os valores da produção de dejetos frescos bovinos estimados.

Considerando a soma dos dejetos frescos de suínos, aves e bovinos (Figura 6) produzidos em Santa Catarina torna-se evidente a criticidade da região Oeste do estado, que concentra cerca de 76,6% de toda produção anual, estimada em 18.606.786 ton. Em proporção muito menor a região Sul também traz municípios em condição de alerta, como Braço do Norte, Armazém e São Ludgero, mas contendo apenas 9,4% da produção anual estimada. O vale do Itajaí concentra somente 5,4% da produção de dejetos animais frescos, com destaque para o município de Barra Velha, que dispõe de aproximadamente 62 ton/ha. Embora pouco expressiva frente ao cenário catarinense (1,3% do total estimado para o estado) a região da Grande Florianópolis abriga o município de São José, que dispõe de pouco mais de 113 ton de dejetos frescos de animais por hectare de lavoura temporária a cada ano.

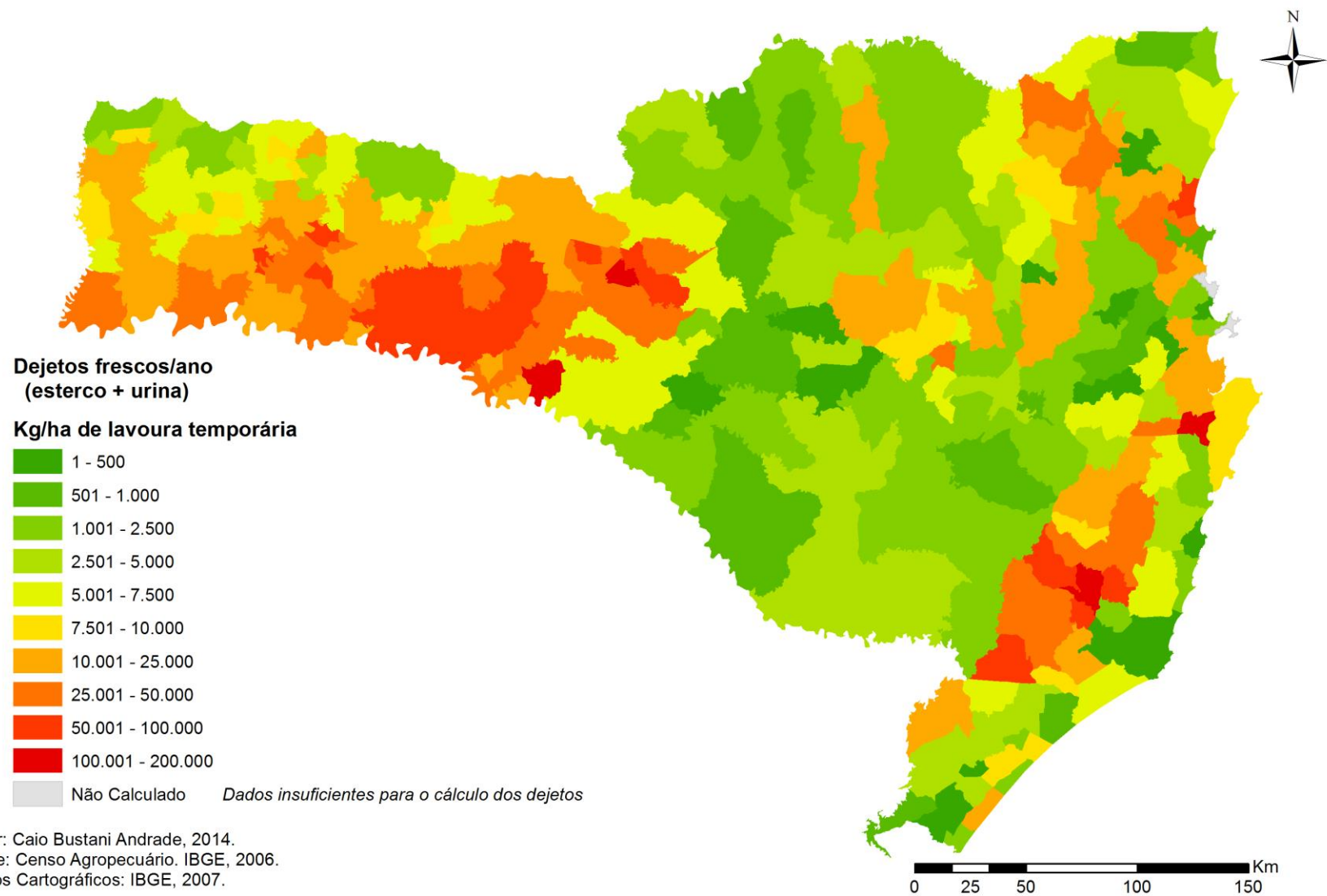
Os mapas da disponibilidade de macronutrientes (N, P e K) na forma de dejetos animais seguem, a grosso modo, o padrão de distribuição encontrado anteriormente (Figuras 7, 8 e 9). As regiões Oeste e do Vale do Itajaí foram as mais expressivas, concentrando 66,9% e 14,7% do Nitrogênio, 46% e 34,3% do Fósforo e 59,2% e 22% do Potássio disponíveis anualmente, respectivamente.

Figura 5. Mapa da produção estimada de dejetos frescos de bovinos (urina + fezes) no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



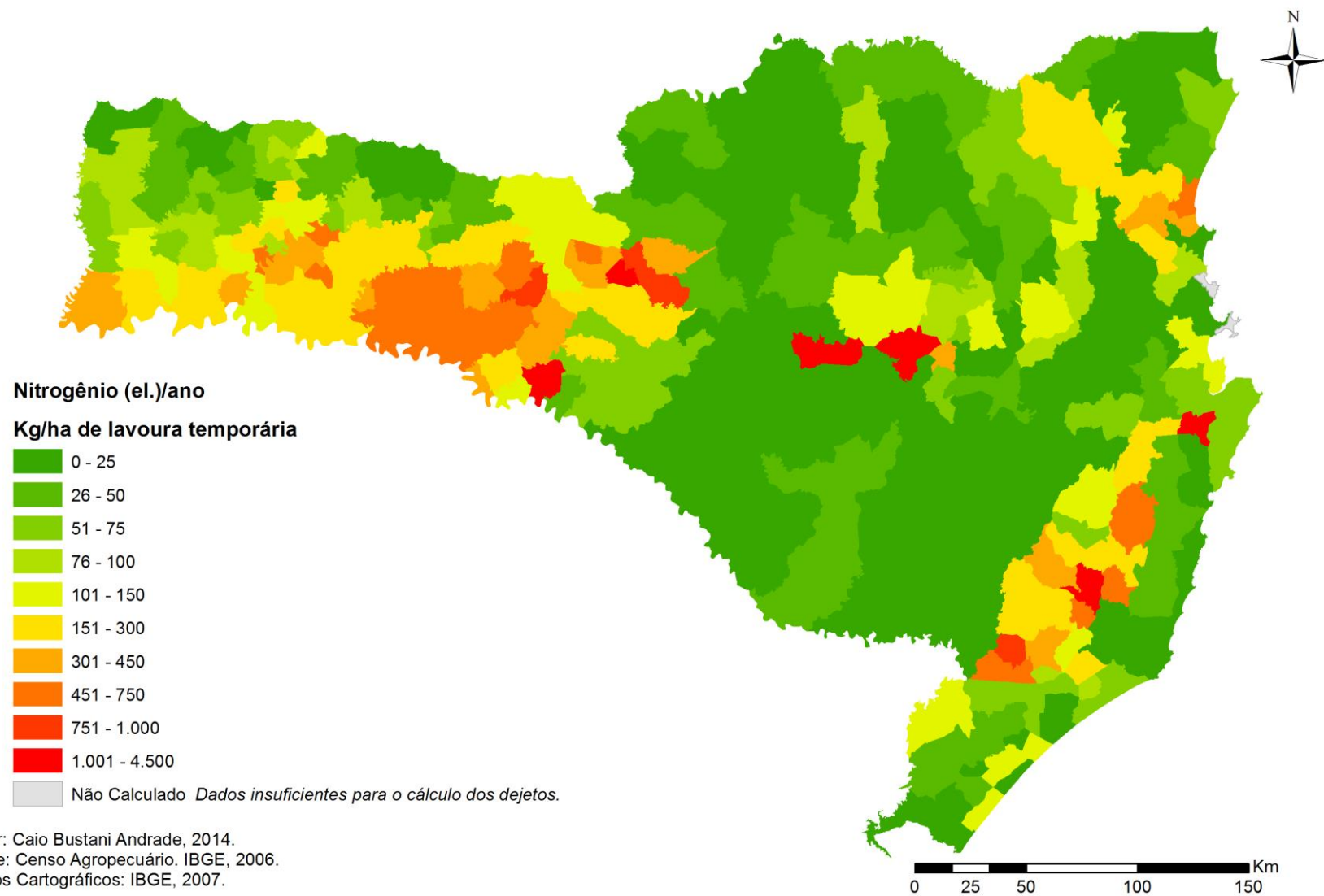
Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.
Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.
Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

Figura 6. Mapa da produção total estimada de dejetos frescos (urina + fezes) de suínos, aves e bovinos no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.
 Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.
 Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

Figura 7. Mapa da disponibilidade estimada de Nitrogênio (N) na forma de dejetos frescos de animais no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.

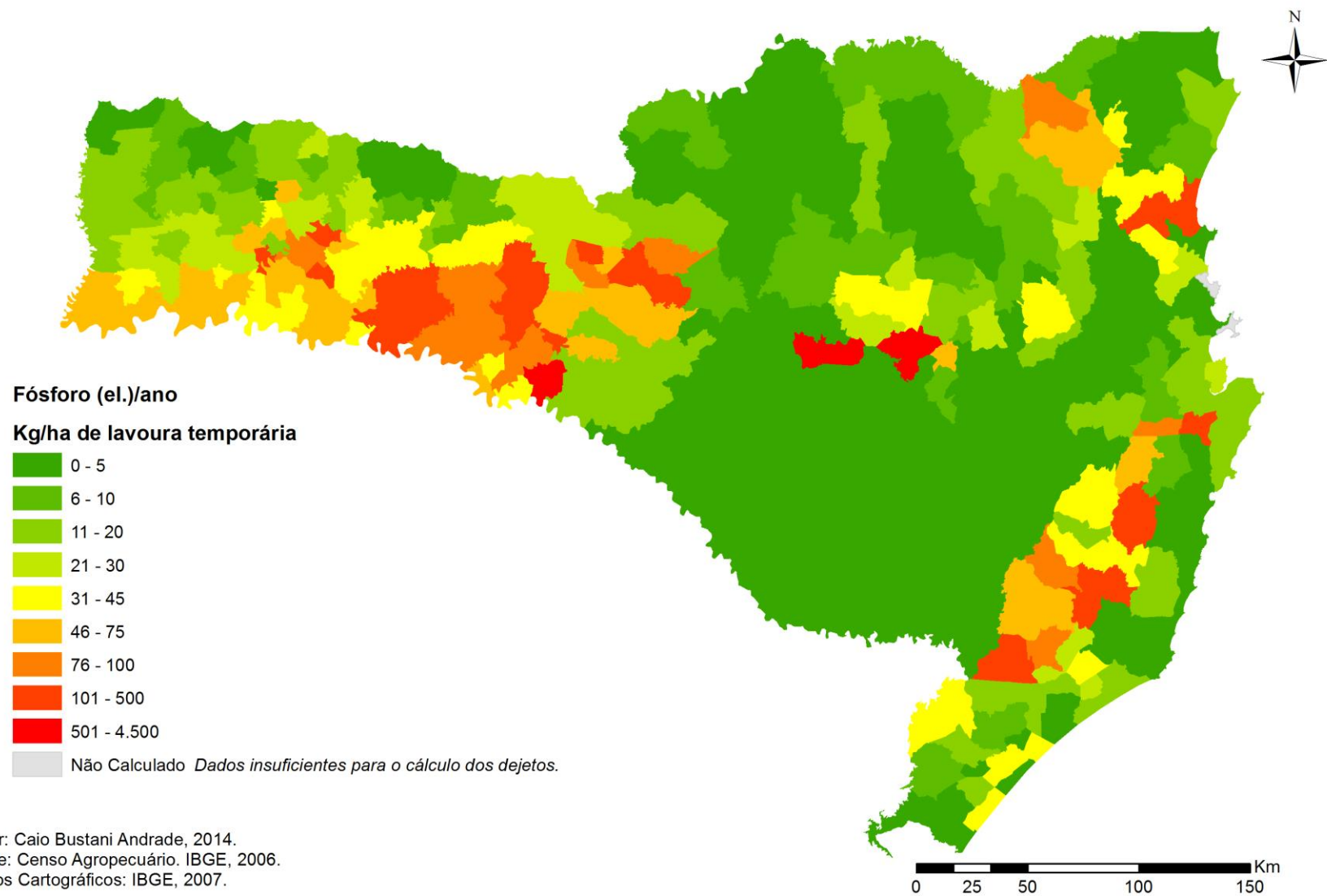


Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.

Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.

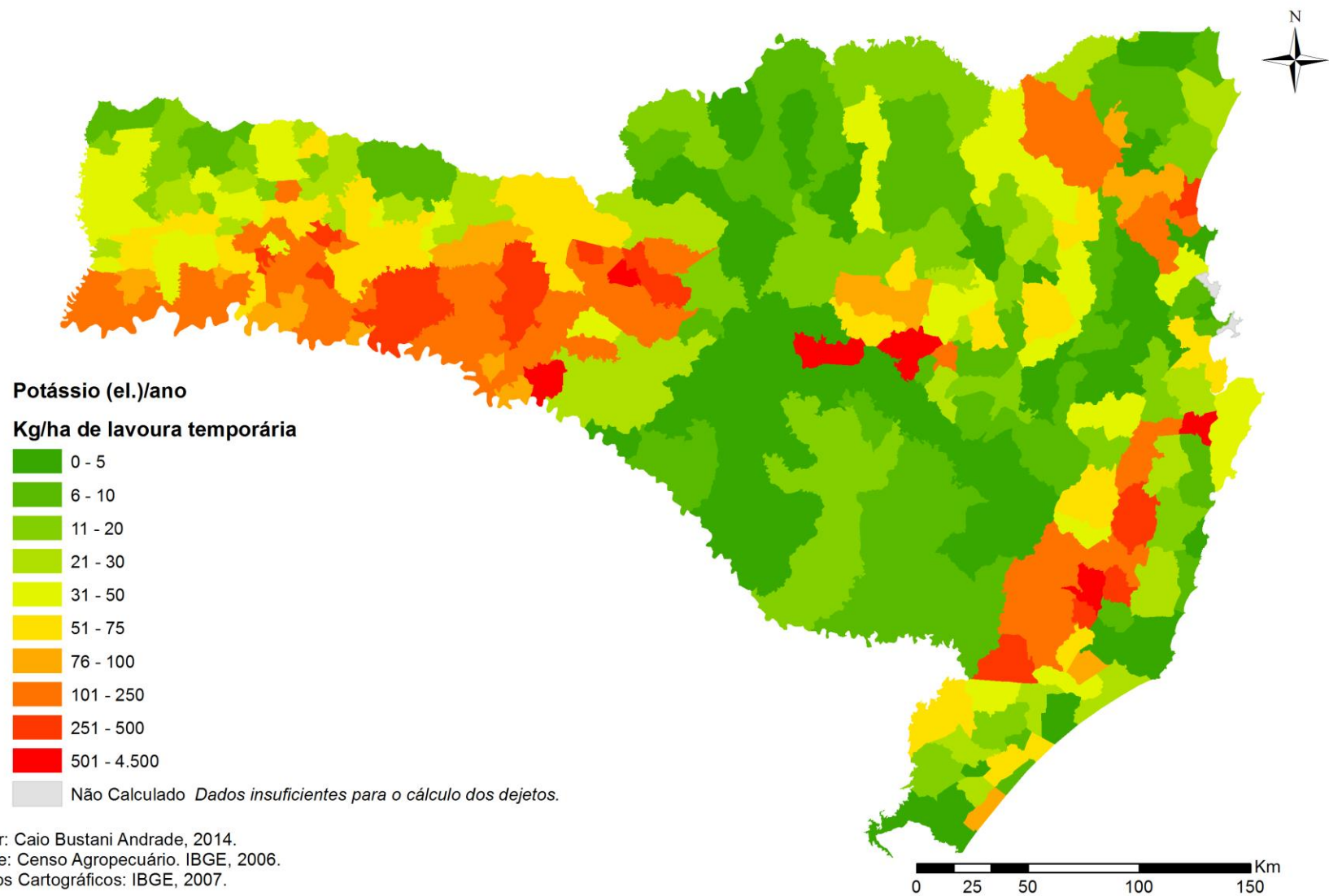
Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

Figura 8. Mapa da disponibilidade estimada de Fósforo (P) na forma de dejetos frescos de animais no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



Autor: Caio Bustani Andrade, 2014.
Fonte: Censo Agropecuário. IBGE, 2006.
Dados Cartográficos: IBGE, 2007.

Figura 9. Mapa da disponibilidade estimada de Potássio (K) na forma de dejetos frescos de animais no estado de Santa Catarina, por município, no ano de 2006.



4.3. Oferta de macronutrientes (NPK)

Ao comparar as quantidades de N, P e K adquiridas na forma mineral com aquelas disponíveis na forma de dejetos animais é possível perceber a importância dos dejetos no fluxo de nutrientes da agricultura catarinense (Tabela 6). Estes dados preliminares trazem urgência à investigação, uma vez que, segundo o IBGE, a suinocultura brasileira abateu 27 milhões de animais em 2007 e 32,6 milhões em 2012, uma média de crescimento de aproximadamente 3% ao ano, com Santa Catarina representando aproximadamente 25% do rebanho (ABCS, 2013). No mesmo intervalo de tempo o Brasil teve um aumento de 23% na produção de frangos de corte ao passo que o estado teve um crescimento de 10% na produção (SANTA CATARINA, 2013). Ademais apenas 2,2% do rebanho bovino catarinense foi computado nos cálculos, sugerindo que a monta atual pode ser consideravelmente maior.

Tabela 6. Comparação entre as quantidades de macronutrientes (N,P e K) adquiridos na forma de fertilizante mineral e aquelas disponíveis na forma de dejetos da produção animal no estado de Santa Catarina, no ano de 2006/2007.

Fonte	Fertilizantes entregues ao consumidor final, em forma de produto.	Modelagem computacional da produção de dejetos passíveis de coleta em Santa Catarina.	
Ano	2007	2006	
Tipo	NPK (mineral)	Dejetos frescos (bovinos, suínos e aves)	
Total (Kg)	662.237.000	18.606.786.284	
Fator de Cálculo	Fórmula Média N-P-K (%) 12-15-16 ⁽¹⁾	Taxas de excreção de N, P e K ⁽²⁾	II/I (%)
N (Kg)	79.468.440	194.523.136	244,78
P (Kg)	99.335.550	64.005.477	64,43
K (Kg)	105.957.920	111.015.843	104,77
	I	II	

⁽¹⁾ ANDA, 2007; ⁽²⁾ ASAE, 2005.

5. RECOMENDAÇÕES

Os modelos computacionais criados para este trabalho foram projetados de forma a lidarem com dados pré-processados, requerendo conhecimentos prévios por parte do operador. Embora seja capaz de recriar toda a base de dados com grande rapidez, a ferramenta ainda não permite ao usuário mudar os parâmetros de cálculo sem precisar acessar o ambiente de programação, sendo os modelos adaptados à medida que novos dados são adicionados (e.g. novas planilhas) ou que novos valores para cálculo são inseridos (e.g. taxas de excreção animal). O aperfeiçoamento dos modelos prevê a criação de interfaces amigáveis e parâmetros variáveis, garantindo maior acessibilidade e potencializando o uso da ferramenta.

Uma parte importante dos dados empregados nos modelos, as taxas de excreção e conteúdos nutricionais das excretas, foram obtidos de fonte externa. Faz-se necessário um estudo mais aprofundado das condições brasileiras de produção, buscando atualizar os dados para as classes já descritas e preencher as lacunas identificadas, e.g. os dados da dejeção de galos reprodutores, bovinos jovens, bois para trabalho, touros reprodutores, aves jovens, etc. Ensaios são fortemente encorajados, devendo estes considerar os efeitos dos sistemas produtivos, dos manejos empregados, das espécies zootécnicas utilizadas e da regionalização na excreção animal e em seus conteúdos nutricionais.

A tipificação dos sistemas de criação animal é uma etapa importante para a continuidade do trabalho, a partir da seleção de critérios e de valores limiares capazes de identificar determinado sistema produtivo, permitindo assim a análise automatizada. No presente trabalho aproximadamente 100% do rebanho suíno foi contabilizado, uma vez que o sistema intensivo de criação predomina em Santa Catarina. Por esta mesma razão cerca de 96% do rebanho de aves teve a sua dejeção calculada. No entanto apenas 2,2% do rebanho bovino foi considerado na modelagem, por serem criados em sistemas confinados, sugerindo que para a maior parte do rebanho não há dados sobre a produção ou utilização dos dejetos. A tipificação dos sistemas de criação permitirá avaliar o rebanho catarinense como um todo, facilitando o entendimento do papel da pecuária na dinâmica dos nutrientes na agricultura do estado.

O manejo empregado na produção exerce grande influência sobre os dejetos gerados na pecuária. Assim, para cada sistema de criação deverão ser definidos não somente os dados da excreção, mas também aqueles sobre o produto final obtido, a exemplo da cama de aviário ou do lodo de dejetos suínos. Estas informações podem ajudar a inferir a aptidão de uso dos dejetos (e.g. fertilizantes, fonte de biomassa para a produção de biogás, geração de energia elétrica, etc). Ademais estes dados são indispensáveis para estudos logísticos, permitindo, a partir das cargas existentes, analisar a viabilidade comercial de cadeias de transporte de dejetos. Novamente o uso das geotecnologias pode ser de grande ajuda, permitindo desenhar rotas eficientes de transporte a partir de múltiplos critérios, como proximidade, existência de rodovias de alta velocidade, relevo, períodos de congestionamento, entre outros.

6. CONCLUSÕES

A execução da presente pesquisa apontou a ausência de informações sistematizadas, atualizadas e georreferenciadas sobre dejetos animais, tanto em Santa Catarina como no país inteiro. O Oeste catarinense é uma região de concentração crítica de dejetos animais, sendo portanto prioritária para ações públicas. A disponibilidade dos macronutrientes N e K na forma de dejetos ultrapassa as quantidades adquiridas pelo estado na forma mineral, ao passo que aquisição de P mineral pode ser reduzida em 60% se substituída pelo uso de dejetos animais. Os produtos desta investigação têm potencial para subsidiar políticas públicas nas esferas agrícola e ambiental.

7. REFERÊNCIAS

- ABCS. Associação Brasileira de Criadores de Suínos. **Mercado interno sustenta crescimento da suinocultura**. Disponível em <<http://www.abcs.org.br/informativo-abcs>>. Acesso em 14 Nov. 2014.
- ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carnes. **Produção mundial de carne bovina**. Disponível em <http://www.abiec.com.br/download/stat_mercadomundial.pdf>. Acesso em 10 Set. 2014.
- ASAE. American Society of Agricultural Engineers. **Manure Production and Characteristics** (ASAE D384.2 MAR2005). Disponível em <<http://extension.psu.edu/animals/dairy/nutrient-management/certified-dairy/tools/manure-prod-char-d384-2.pdf>>. Acesso em 15 Set. 2014.
- Assis, F.O.; Muratori, A.M. Poluição hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina. **Revista Eletrônica Geografar**, Curitiba, v.2, n.1, p.42-59, Jan./Jun. 2007.
- Bustamante, M.M.C. *et al.* Estimating greenhouse gas emissions from cattle raising in Brazil. **Climatic Change**, v.115, p.559–577, Mai. 2012.
- Chadwick, D. *et al.* Manure management: implications for greenhouse gas emissions. **Animal Feed Science and Technology**, v.166, p.514-531, Jan. 2011.
- Cunha, J.F.; Casarin, V.; Prochnow, L.I. Balanço de nutrientes na agricultura brasileira. International Plant Nutrition Institute, Informações agronômicas, n.130, p.1-11, Jun. 2010. Disponível em <<http://www.ipni.net/>>. Acesso em 15 Set. 2014.
- Delgado, C. Rising demand for meat and milk in developing countries: implications for grasslands-based livestock production. In McGiloway, D.A. (Ed.). **Grassland: a global resource**. Países Baixos, Wageningen. Academic Publishers, 2005. Seção 1, p.29–39.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Comunicado técnico, 506**. Coeficientes técnicos para o cálculo do custo de produção de suínos, 2012. Embrapa Suínos e Aves, Concórdia, 2012. 10p.
- Embrapa. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistemas de produção de leite para diferentes regiões do Brasil. Disponível em <<http://www.cnpgl.embrapa.br/sistemaproducao>> Acesso em 28 Out. 2014.
- FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Animal Production and Health Division. Steinfeld, H. *et al.* (Coord.). **Livestock's long shadow: environmental issues and options**. Rome, 2006. 390p.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Animal Production and Health Division. Gerber, P. (Coord.). **Greenhouse gas emissions from the dairy sector: a life cycle assessment**. Rome, 2010. 94p.

Gerber, P. *et al.* Geographical determinants and environmental implications of livestock production intensification in Asia. **Bioresource Technology**, v.96, n.2, p.263-276, Jan. 2005.

Groenestein, C.M. *et al.* Effect of urinations on the ammonia emission from group-housing systems for sows with straw bedding: Model assessment. **Biosystems Engineering**, v.97, p.89-98, Mai. 2007.

IAEA. International Atomic Energy Agency. **Guidelines for Sustainable Manure Management in Asian Livestock Production Systems**. Vienna, Austria, 2008. 118p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento sistemático da produção agrícola**. Pesquisa mensal de previsão e acompanhamento das safras agrícolas no ano civil. v.22, n.2, p.1-80. Rio de Janeiro/RJ, 2010.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da produção pecuária, Junho de 2013**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em 12. Set. 2014.

IPNI. International Plant Nutrition Institute. **Consumo de fertilizantes por região, nutrientes e natureza física**. Disponível em <<http://brasil.ipni.net/article/BRS-3132>>. Acesso em 12 Nov. 2014.

Karmakar, S; Laguë, U.; Agnewc, J. & Landry, H. Integrated decision support system (DSS) for manure management: a review and perspective. **Computers and Electronics in Agriculture**, v.57, p.190-201, Fev. 2007.

Lal, R. *et al.* Management to mitigate and adapt to climate change. **Journal of Soil Water Conservation**, v.66, n.4, p.276-285, Jul./Ago.2011.

Le, P.D. *et al.* **Odor from Pig Production Facilities: its relation to diet**. Wageningen, Países Baixos :Agrotechnology& Food Innovations B.V, 2004. 65p.

Lesschen, J.P. *et al.* Greenhouse gas emission profiles of European livestock sectors. **Animal Feed Science and Technology**, v.166-167, p.16-28, Jun. 2011.

MacDonald, G.K. *et al.* Agronomic phosphorus imbalances across the world's croplands. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.108, n.7, p. 3086-3091, Fev. 2011.

McMichael, A.J. *et al.* Food, livestock production, energy, climate change, and health. **The Lancet**, v.370, n.9594, p.1253–1263, Out. 2007.

Menzi, H. *et al.* Impacts of intensive livestock production and manure management on the environment. In: Steinfeld, H. *et al.* (Ed.). **Livestock in a changing landscape: drivers, consequences, and responses**. Washington, D.C: Island Press, 2010. Cap. 9, v.1, p.139-164.

Oliveira, P.P.A. *et al.* **Emissão de gases nas atividades pecuárias**. II Simpósio Internacional sobre Gerenciamento de Resíduos Agropecuários e Agroindustriais (II SIGERA). Foz do Iguaçu, PR. v.1. Mar. 2011. Disponível em <<http://ava.grupouninter.com.br>>. Acesso em 20 Set. 2014.

Périco, E.; Cemin, G.; Rempel, C. O uso de técnicas de geoprocessamento na avaliação de áreas críticas com atividade suinícola. **Geofocus: Revista Internacional de Ciencia y Tecnología de la Información Geográfica**, n.5, p.9-19, Mar. 2005.

Pohlmann, M. **Levantamento de técnicas de manejo de resíduos da bovinocultura leiteira no estado de São Paulo**. 2000. 101p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola, Área de Água e Solos). Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2000.

Potter, P. *et al.* Characterizing the spatial patterns of global fertilizer application and manure production. **Earth Interact**, v.14, n.2, p.1-22, Jan. 2010.

Rotz, C.A. Management to reduce nitrogen losses in animal production. **Journal of Animal Science**, v.82, n.13, p.E119-E137, Jan. 2004.

Schröder, J.J. & P. Sörensen. **The role of mineral fertilizers in optimizing the use efficiency of manure and land**. Leek, Reino Unido, International Fertilizer Society, 2011. 20p.

Santa Catarina. Governo de Santa Catarina. Avicultura Agricultura e pesca. **Avicultura catarinense é responsável por 17,63% do total de abate de frangos de corte do Brasil**. Disponível em <www.sc.gov.br/index.php/mais-sobre-agricultura-e-pesca>. Acesso em 14 Nov. 2014.

Schröder, J. Revisiting the agronomic benefits of manure: a correct assessment and exploitation of its fertilizer value spares the environment. **Bioresource Technology**, v.92, n.2, p.253-261, Jan. 2005.

Schröder, J.; Bannink, A.; Kohn, R. Improving the efficiency of nutrient use on cattle operations. In: Pfeffer, E.; Hristov, A.N. (Ed.). **Nitrogen and phosphorus nutrition of cattle: reducing the environmental impact of cattle operations**. Wallingford, Reino Unido, CABI Publishing, 2005. Cap.9, p.255-279.

Schwarzer, S. *et al.* **Growing greenhouse gas emissions due to meat production**. UNEP, GEAS. Disponível em <<http://www.unep.org/geas/>>. Acesso em 11 Set. 2014.

Thornton, P. K. Livestock production: recent trends, future prospects. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v.365, n.1554, p.2853–2867, Ago./Set. 2010.

Vieira, V.F. **Mapeamento do risco da poluição suinícola em águas superficiais como subsídio ao ordenamento territorial: um estudo de caso em Braço do Norte/SC**. 2006. 137p. Dissertação (Mestrado em Cadastro Técnico Multifinalitário e Gestão Territorial). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

Vitousek, P.M. *et al.* Nutrient imbalances in agricultural development. **Science**, v.324, n.5934, p.1519-1520, Jun. 2009.

Webb, J. *et al.* **Study on variation of manure N efficiency throughout Europe**. European Commission, Directorate General Environment, v.ENV.B.1/ETU/2009/0026, Report AED Technology, 2011. 114p.

World Bank. **Minding the stock**: bringing public policy to bear on livestock sector development (Report n. 44010-GLB). Washington, DC, EUA. Agriculture and Rural Development Department, 2009.

WUR. Wageningen University and Research Centre. **Farming practices in relation to water pollution risks**. *In* Recommendations for establishing Action Programmes under Directive 91/676/EEC concerning the protection of waters against pollution caused by nitrates from agricultural sources (ND-Act). Wageningen, Países Baixos : Wageningen-UR, 2011. 123p. Disponível em <<http://bookshop.europa.eu>>. Acesso em 8 Ago. 2014.

8. ANEXOS

Tabela 7. Abreviações utilizadas na importação das planilhas do IBGE para o SIG.

Sigla	Significado	Sigla	Significado
GEO	Geográfico	Chkn	Aves
UF	Unidade da Federação	Chkn_2k	Aves (acima de 2.000 cab.)
CODE	Código	Rstr	Galos
ABB	Abreviação	Hens	Poedeiras
REGION	Região	Cttl	Bovinos
MESO	Meso (região)	Cttl_50hd	Bovinos (acima de 50 cab.)
MICRO	Micro (região)	Clf	Bezerro/Novilho
MUN	Município	Hef	Bezerra/Novilha
Frm	Estabelecimento	1yr	Até 1 ano de idade
N	Número	2yr	Entre 1 e 2 anos de idade
Ha	Área em hectare	Cows	Vacas
Ttl	Total	Bull	Touros (reprodutores)
Pig	Suíños	Ox	Bois
Fatt	Engorda/Corte	WrkOx	Bois para trabalho
Bred	Reprodução	Cafo	Confinamento
Sows	Matrizes suínas	LndUse	Uso da terra
Boar	Varrões	Crp_T	Lavoura temporária